

Title	Characteristics of vacuolar membrane of Nitella
Author(s)	Kikuyama, Munehiro
Citation	
Issue Date	
Text Version	ETD
URL	http://hdl.handle.net/11094/536
DOI	
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

【5】

氏名・(本籍)	菊山宗弘
学位の種類	理学博士
学位記番号	第 3448 号
学位授与の日付	昭和 50 年 9 月 11 日
学位授与の要件	理学研究科生理学専攻 学位規則第 5 条第 1 項該当
学位論文題目	フラズモ液胞膜の生理学的特性
論文審査委員	(主査) 教授 神谷 宣郎 (副査) 教授 岸本卯一郎 教授 原 富之 助教授 田沢 仁

論文内容の要旨

車軸藻類節間細胞の大部分は液胞であって細胞質は 2 枚の膜すなわち原形質膜と液胞膜を介して内外の環境—外液および細胞液—に接している。従来、外液組成と液胞電位との関係から原形質膜の性質が論ぜられてきた。本研究ではもう 1 枚の膜である液胞膜に注目し、静止時および興奮時の液胞膜電位と細胞液中の K^+ 、 Cl^- 濃度や pH との関係を探る。原形質膜のそれらと比較した。実験結果は Goldman の式を使って解析した。

$$E_m = -\frac{RT}{F} \ln \frac{P_K [K]_i + P_{Na} [Na]_i + P_H [H]_i + P_{Cl} [Cl]_o + P_{OH} [OH]_o}{P_K [K]_o + P_{Na} [Na]_o + P_H [H]_o + P_{Cl} [Cl]_i + P_{OH} [OH]_i}$$

原形質膜および液胞膜の電気的性質は以下のように要約できる。

- (1) 原形質膜電位は外液中の K^+ によく反応するが、液胞膜電位は細胞液中の K^+ にほとんど反応しない。
- (2) 原形質膜電位も液胞電位も共に Cl^- に反応する。しかしその反応は Goldman の式から期待されるものとは逆の極性をもつ。このことは式における Cl^- と K^+ の透過性の比 (P_{Cl}/P_K) が、その膜の接している液中の Cl^- の増加につれて増加することを示している。即ち外液中の Cl^- 濃度が 0.1, 1, 10, 100mM のとき原形質膜の P_{Cl}/P_K は 0.060, 0.064, 0.083, 0.27 であり、細胞液中の Cl^- に対して液胞膜の P_{Cl}/P_K はそれぞれ 0.6, 0.7, 1.6, 7.8 であると推定された。
- (3) 原形質膜電位、液胞膜電位共に pH に反応する。式において液胞膜の H^+ と K^+ 、 OH^- と K^+ の透過性の比 (P_H/P_K , P_{OH}/P_K) はいずれも 5000 又はそれ以上と推定された。
- (4) 原形質膜が興奮すればそれに続いて液胞膜も興奮する。原形質膜は外液中の K^+ 濃度が 10mM 以上

になれば興奮性を失うが、液胞膜の興奮は細胞液中の K^+ 濃度に全く依存しない。

(5) 液胞膜は興奮時に Cl^- に対して著しく透過性を増す。興奮時の P_{Cl^-}/P_K は約30と推定された。

以上のように液胞膜は原形質膜とはいくつかの点で異っている。車軸藻類節間細胞ではその細胞液組成を外液と同一組成の人工池水に置換しても約 $-40mV$ の液胞電位が観察される。この電位は原形質膜と液胞膜の電位の、イオンに対する反応性の差からほぼ完全に説明できる。

細胞内外のすべてのイオンの電気化学ポテンシャルを等しくした際に観測される短絡電流の測定はイオンの能動輸送の研究にとって有力な手段である。しかしフラスモのように細胞が原形質膜と液胞膜の2枚の膜系からなっておりしかもそれらの電気的性質が互に異なっている場合には、外液と細胞液が同一のものであってもいくらかの電位が発生する。そのためイオン能動輸送のポンプの存在とは無関係に一定量の短絡電流が測定されることになる。植物細胞では測定された短絡電流の大きさと能動的に運ばれるイオン量とが一致しない例があるが、これは原形質膜と液胞膜の電気的性質の差によるものであろう。

論文の審査結果の要旨

植物細胞の電気生理学的特性は従来主として、原形質膜の性質と外液イオン組成との関係において論じられ、液胞膜については、その性格が詳しく知られていなかった。これは細胞液のイオン組成を自由に変えることが困難であったためである。

菊山君は車軸藻の節間細胞を用い液胞灌流法を利用して細胞液の組成を自由に変えながら細胞内電位を記録する方法 (Open vacuole method) を田沢等と共に開発した。同君はこの方法を駆使して細胞液を組成の知られている人工液に置換しながら、種々のイオンに対する液胞膜の電位反応を原形質膜の電位反応と対比しつつ記録し、更にこの膜の興奮性についても極めて興味ある現象—2相性活動電位—を発見した。

静止電位に関しては、原形質膜が K^+ によく反応するのに対し、液胞膜は殆んど反応しない。 Cl^- に対しては両膜とも同様に反応するが液胞膜の方が Cl^- を通しやすい。 H^+ に対しては液胞膜は原形質膜と同様に極めて高い透過性をもつ。また興奮に伴う2相性活動電位の脱分極成分は原形質膜に由来し過分極成分は液胞膜に由来することを明らかにした。更に液胞膜は興奮時に Cl^- に対し静止時の約30倍に達する高い透過性をもつことが示唆された。

以上の結果は、専ら電気的測定から得られたもので将来アイソトープによる実体的把握の必要性が感じられるが、菊山君の論理の展開は極めて合理的であり、従来の液胞膜の電気生理学的知見を、優れた実験技術と豊富な実験データにより、大きく前進させたもので理学博士の業績として十分価値あるものと認める。